نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۳۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص. ۱۱۹-۱۰۵

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 35, No. 2, Summer 2021, p. 105-119

مقالات پژوهشی

هزینه‌یابی جریان مواد و انرژی سیب‌زمینی در استان همدان

مجید دکامین[1]*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۱

چکیده

هدف از مطالعه حاضر ارزیابی اقتصادی و مصرف انرژی تولید سیب‌زمینی در قالب استاندارد ایزو ۱۴۰۵۱ تحت عنوان هزینه‌یابی جریان مواد و انرژی در طی فصل زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ بود. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده بیشترین میزان انرژی نهاده مربوط به سوخت‌های فسیلی و کود نیتروژنه مصرفی تعلق دارد. بر اساس شاخص‌های انرژی و اقتصادی محاسبه‌شده به دو روش حسابداری رایج و حسابداری هزینه‌یابی جریان مواد، مشخص شد که ارزش کل تولید سیب‌زمینی بر اساس حسابداری رایج برابر با ۱۷۶۳ میلیون ریال در هکتار است، درحالی‌که این عدد در هزینه‌یابی جریان مواد برابر با ۲۰۱۲ میلیون ریال در هکتار محاسبه شد. کارایی مصرف انرژی در مزارع با استفاده از حسابداری انرژی رایج برابر ۲/۶۵ محاسبه شد، درحالی‌که با استفاده حسابداری هزینه‌یابی جریان مواد این شاخص برابر با ۲/۲۲ محاسبه شد. تفاوت کارایی مصرف انرژی و همچنین نسبت هزینه به فایده به دلیل در نظر گرفتن ارزش تولیدات منفی است که در فرایند تولید سیب‌زمینی در استان همدان حاصل می‌شود. به‌طوری‌که سیب‌زمینی‌کاران همدانی می‌توانند با اقدامات مدیریتی تفاوت درآمدی تا سقف ۲۴۹ میلیون ریال داشته باشند. در صورت کاهش تولیدات منفی نسبت هزینه به فایده در فرایند تولید افزایشی ۰/۵۷ خواهد داشت. هزینه‌یابی جریان مواد و انرژی از طریق ارزیابی جامع انرژی و هزینه به درک بهتر روابط میان اقتصاد و محیط‌زیست کمک می‌کند. با به‌کارگیری راهکارهای پیشنهادی می‌توان صرفه‌جویی هزینه‌ای قابل‌توجهی در جهت کاهش محصولات منفی داشت. چراکه این روش هدر رفت ماده و هزینه را تشخیص می‌دهد و با به‌کارگیری آن، کشاورزان از هدررفت‌های معمول در مزرعه مطلع شده و از اینکه می‌توانند در مزرعه خود فرایندها را اصلاح کنند مطمئن شده و بر اساس یک ارزیابی منطقی کاهش هزینه‌های تولید را کاهش دهند.

واژه‌های کلیدی: استاندارد ایزو ۱۴۰۵۱، بهره‌وری انرژی، حسابداری انرژی، کارایی انرژی، مدیریت محیط زیستی

مقدمه

در طی چهار دهه اخیر، به دلیل رشد روز افزون جمعیت، افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی، ایجاد اشکال نوین انرژی در بخش کشاورزی و کاربرد نامناسب آنها به دلیل عدم مدیریت صحیح این بخش اقتصادی به یک بخش انرژی محور تبدیل شده و الگوی مصرف انرژی در این بخش اعم از منابع زنده و غیره زنده به شدت افزایش یافته است (۱۲ و ۱۳). کمّیابی منابع انرژی از یک سو و افزایش قیمت جهانی انرژی و حامل‌های آن و عدم پایداری نظام‌های تولید کشاورزیی از سوی دیگر، تصمیم‌گیران امر را بر آن داشته تا راهبردهایی را در خصوص مصرف بهینه انرژی و تولید مقرون به صرفه محصولات کشاورزی در عین حفظ تولید در واحد سطح را در دستور کار خود قرار دهند (۱۱ و ۲۷). ناکارآمدی استفاده از انرژی و هزینه‌بر بودن تولید محصولات کشاورزی در ایران، لزوم بررسی الگوی مصرف نهاده‌ها و کارایی انرژی در تولید محصولات زراعی را ایجاب می‌کند. ازجمله معیارهایی که می‌توان بر اساس آن وضعیت مصرف یک نهاده را مورد بررسی قرار داد، معیارهای کارایی و بهره‌وری هستند. جریان استفاده از مواد و گردش انرژی یکی از مباحث مهم پایداری بوم نظام‌های کشاورزی بوده (۵ و ۳۲) و از شاخص‌های مهم گپ[2] به شمار می‌رود (www.globalgap.org). در

۱- استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر
(*- نویسنده مسئول: Email: Dekamin@malayeru.ac.ir)
DOI: 10.22067/JEAD.2021.17804.0

۲- Good Agricultural Practice (GAP) مجموع روش‌های کشاورزی که از طریق حفظ پایداری زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی، منجر به تولید محصولات کشاورزی غذایی و غیر غذایی ایمن و مطلوب می‌گردد. به عبارت دیگر تمام عملیات مربوط به مدیریت تولید محصولات کشاورزی (کاشت، داشت،

مطالعات مختلف معمولاً نسبت انرژی‌های خروجی و ورودی در بوم نظام‌های گوناگون کشاورزی به روش رایج محاسبه شده است. شاخص‌ها و روش‌های گوناگونی را برای محاسبه کارایی انرژی و نهاده‌های کشاورزی در یک بخش اقتصادی و مقایسه آن بین مناطق و کشورهای گوناگون ارائه‌شده است که یکی از آن‌ها بررسی نسبت محصول خروجی به نهاده‌های ورودی از نظر محتوای انرژی مربوط به محصول و نهاده‌های بکار رفته در تولید آن است (۷، ۲۵، ۳، ۲ و ۱۰). به عنوان مثال، در مطالعه‌ای تحت عنوان مقایسه مصرف انرژی و تحلیل هزینه تولید سیب زمینی تحت فناوری‌های کشت در استان همدان، به ترتیب ۱۵۳۰۷۱ و ۱۵۷۱۵۱ مگاژول در هکتار در دو گروه سطح بالای تکنولوژی و سطح پایین تکنولوژی محاسبه شد. انرژی خالص تولید سیب‌زمینی در گروه اول و دوم به‌ترتیب ۴۱۱۱ و ۲۱۷۴۴- مگاژول در هکتار محاسبه شده است. تحلیل هزینه در این مطالعه نشان داد که کل هزینه تولید سیب زمینی در گروه اول و دوم به ترتیب ۴۷۸۴ و ۴۱۷۲ ریال در هکتار است. نسبت هزینه به فایده در دو گروه اول و دوم به ترتیب ۱/۰۹ و ۰/۹۶ محاسبه شده است (۲۳). در مطالعه دیگری تحت عنوان تحلیل مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید سیب‌زمینی در اندازه‌های مختلف زمین در ایران، کل انرژی مصرفی در هکتار ۴۷ گیگاژول در هکتار محاسبه شده است. کارایی مصرف انرژی، انرژی خاص و بهره‌وری انرژی به ترتیب ۱/۷۱، ۲/۱۲ مگاژول بر کیلوگرم و ۰/۴۷ کیلوگرم بر مگاژول محاسبه شد. آب آبیاری، بذر، سوخت دیزل و کودهای شیمیایی بیشترین سهم را در مصرف انرژی تولید سیب زمینی برعهده داشتند (۱۰). در مطالعه تحلیل انرژی و اقتصاد تولید سیب‌زمینی در استان اردبیل، کل انرژی مصرفی ۸۱۶۲۵ مگاژول در هکتار محاسبه شد. انرژی خاص و بهره‌وری انرژی به ترتیب ۲۰۸۰۸ مگاژول در هکتار و ۰/۳۵ محاسبه شد (۲۵). در مطالعه کاربرد شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی انرژی خروجی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید سیب‌زمینی در ایران، میانگین کل انرژی ورودی و خروجی به‌ترتیب ۸۳۷۲۳ و ۸۳۰۵۹ مگاژول در هکتار محاسبه شد. الکتریسیته، کودهای شیمیایی و بذر از اصلی‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی در سیستم مورد بررسی بودند (۲۶). در رابطه عملکرد و انرژی ورودی در تولید سیب‌زمینی در استان همدان، میانگین مصرف انرژی در مزارع ۹۲۲۹۶ مگاژول در هکتار محاسبه شد. نسبت انرژی، انرژی خاص و بهره‌وری انرژی به ترتیب ۱/۱، ۳/۲ مگاژول بر کیلوگرم و ۰/۳ کیلوگرم بر مگاژول محاسبه شد (۲۸). کاهش تولید پسماند و استفاده از آن‌ها یکی از مهم‌ترین راهبردها برای کاهش اثرات محیطزیستی تولیدات کشاورزی دوستدار محیطزیست و افزایش بهره‌وری تولید از نظر اقتصادی است (۱۴ و ۱۵). راهبردهای مختلفی برای استفاده از پسماندها توسعه یافته‌اند، بااین‌حال، رویکردهای رایج به‌کاررفته شده در مطالعات بررسی شده برای محاسبه انرژی و هزینه، اغلب هزینه پنهان هدررفت‌ها در مراحل مختلف تولید را در نظر نمی‌گیرند. تاکنون مطالعات مختلفی برای سنجش کارایی انرژی و هزینه در بخش کشاورزی انجام شده است. در اکثر مطالعات انجام شده در ایران کارایی انرژی را برای تولید محصولات زراعی مختلف بر اساس محصول نهایی محاسبه کرده‌اند و هدر رفت مواد ازنظر انرژی و هزینه در نظر گرفته نشده است به‌عنوان‌مثال (۱۰، ۲، ۱۶، ۱۷ و ۱۸) هزینه‌یابی جریان مواد[1] (MFCA)، ابزار مدیریت محیطزیستی است که می‌تواند به کشاورزان در درک بهتر عواقب مالی و محیطزیستی استفاده از مواد و انرژی کمک کند و فرصت‌هایی را برای دستیابی به پایداری مالی و محیطزیستی فعالیت‌های کشاورزی از طریق ارائه راه‌حل‌های بهینه‌ساز فراهم سازد (۱۹). برخلاف اغلب سامانه‌های مدیریت محیطزیستی مانند ایزو ۱۴۰۰۱ که علی‌رغم تأثیر بر کاهش آسیب‌های محیطزیستی کمک مشخص و واضحی به افزایش درآمد کشاورزان نمی‌کنند و حتی باعث تحمیل هزینه‌های اضافی بر مزارع می‌شوند، اجرای MFCA با ایجاد موازنه بین محیطزیست و اقتصاد، نتایج قابل‌توجهی برای بسیاری از مزارع در افزایش بهره‌وری انرژی و مواد به همراه خواهد داشت (۵).

ایران سومین کشور تولیدکننده سیب زمینی در آسیا است. ایران به طور متوسط در سال ۵ میلیون تن سیب زمینی تولید می‌کند. در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ حدود ۵۱۷ هزار هکتار معادل ۴/۷۱ درصد از سطح برداشت اراضی محصولات زراعی کشور به گروه سبزیجات اختصاص داده شده است که ۲۸/۳ درصد از این سطح برداشت سبزیجات مربوط به گیاه زارعی سیب‌زمینی[2] بوده است. سیب زمینی به عنوان یکی از مهمترین محصولات کشاورزی از نظر اهمیت بعد از ذرت، برنج، گندم و جو قرار دارد (۱۰). استان همدان از نظر مساحت نسبتاً کوچک بوده و رتبه ۲۳ را در کشور داراست و ۱/۲ درصد وسعت و ۲/۴ درصد جمعیت کشور را در خود جای داده است. کشاورزی ۲۹ درصد اشتغال و ۲۵ درصد ارزش‌افزوده فعالیت‌های اقتصادی استان همدان را به خود اختصاص داده است، همچنین بخش کشاورزی استان ۴/۵ درصد از تولیدات و ۳/۴ درصد از ارزش‌افزوده بخش کشاورزی کشور را به خود اختصاص داده است. بخش کشاورزی در استان همدان دارای ۱۱۷ هزار بهره‌بردار، ۶۹۲ هزار هکتار سطح زیر

برداشت، جداسازی، بسته‌بندی، نگهداری و حمل و نقل) در زمینه کاربرد توصیه‌های لازم و با در نظر گرفتن جوانب اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی برای کاهش آلاینده‌های فیزیکی، شیمیائی و میکروبیولوژی که برای دستیابی به هدف امنیت و ایمنی غذائی در زنجیره غذائی لازم است.

1- Material flow cost accounting
2- *Solanum tuberosum* L.

کشت محصولات زراعی و باغی (۶۱۹ هزار هکتار زراعی و ۷۷/۵ هزار هکتار باغی) و ۲۹۳ هزار هکتار آیش با تولید سالانه قریب به ۴/۹ میلیون تن انواع محصولات کشاورزی است (۲۰). این استان سالانه ۵ میلیون تن محصولات کشاورزی تولید می‌کند. استان همدان از نظر سطح زیر کشت سیب‌زمینی رتبه دوم و از نظر تولید با ۹۷۰ هزار تن سیب‌زمینی تابستانه و پاییزه رتبه نخست کشور را به خود اختصاص داده است (۱).

هدف اصلی از اجرای به‌کارگیری MFCA در تولید سیب‌زمینی کمّی‌سازی و مشخص نمودن هدررفت‌های نهاده‌های کشاورزی است که منجر به مدیریت بهتر بقایا و پسماندها در مراحل مختلف تولید گیاهان زراعی می‌شود. کلیه مواد خروجی شامل محصولات کشاورزی و هدررفت‌ها در مراحل مختلف تولید در این روش محاسبه و اندازه‌گیری می‌شود.

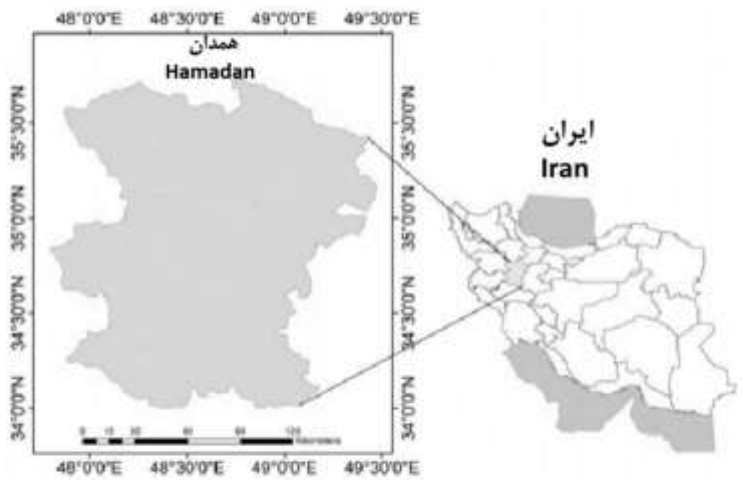
روش تحقیق

جمع‌آوری داده‌ها

تحقیق حاضر از نوع مطالعه موردی، ازنظر روش جمع‌آوری داده‌ها، پیمایشی و ازنظر هدف کاربردی است. برای جمع‌آوری داده‌ها از شرایط تولید سیب‌زمینی در استان همدان از پرسشنامه به همراه مصاحبه استفاده شد. برای جمع‌آوری داده‌ها از جامعه سیب‌زمینی‌کاران استان همدان از پرسشنامه همراه با مصاحبه استفاده شد. جمع‌آوری داده‌ها از طریق پرسشنامه همراه با مصاحبه پاسخگو را به عمق می‌برد. اطلاعات مربوط به سطح زیر کشت کل و شمار تقریبی تولیدکنندگان سیب‌زمینی به تفکیک شهرستان‌های استان، از طریق آمار و اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی استان همدان به دست آمد. همه‌ی اطلاعات مربوط به فعالیت‌های زراعی مانند میزان بذر مصرفی، آماده‌سازی زمین، کودهای مصرفی، میزان آب آبیاری، سموم شیمیایی و نیروی انسانی و سوخت مصرفی در کشتزارهای سیب‌زمینی استان همدان از طریق مصاحبه و پرسشنامه مشخص شد. با توجه به این‌که هزینه‌یابی جریان مواد بر اساس استاندارد ایزو ۱۴۰۵۱ روشی است که می‌توان با آن حتی یک مزرعه را مورد سنجش قرار داد و ازآنجاکه بر اساس محل کشت، سطح زیر کشت و شیوه‌های مختلف مدیریت مزرعه نهاده‌ها و ستاده ها متفاوت هستند، به‌منظور جامعیت بخشی به نتایج پژوهش اقدام به تکمّیل پرسشنامه و مصاحبه رودررو با کشاورزان در سطح شهرستان‌های تولید کننده سیب‌زمینی در استان همدان شد. تعداد پرسشنامه‌های پرشده در شهرستان‌های بهار، رزن، قروه، کبودرآهنگ و نهاوند به ترتیب ۱۵، ۱۱، ۸، ۸ و ۳ پرسشنامه تکمیل شد. از آنجا که اندازه مزارع متفاوت بود، میانگین نهاده‌ها در سطح هکتار مد نظر قرار گرفت. داده‌های به دست آمده توسط اعضای هیأت علمی دانشگاه ملایر مورد ارزیابی و اصلاح قرار گرفت. اطلاعات مربوط به نهاده‌ها و ستاده‌ها و عملکرد سیب‌زمینی در مزارع مختلف تعیین و بر اساس داده‌های موجود میانگین مصرف هریک از نهاده‌ها به ازای هر هکتار محاسبه شد.

منطقه مورد مطالعه

استان همدان در گستره‌ای به مساحت ۱۹۴۳۹ کیلومتر مربع در قسمت غربی ایران بین ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی قرارگرفته است (شکل ۱). ازنظر اقلیم این استان را می‌توان با توجه به میانگین بارش جوی سالانه ۳۱۷ میلی‌متر جز استان‌های نیمه‌خشک ایران به شمار آورد.



شکل ۱- موقعیت مکانی مطالعه
Figure 1- Study location

عناصر اصلی هزینه‌یابی جریان مواد و انرژی

الف. مرکز کمّی[1]

مرکز کمّی بخش یا بخش‌های انتخاب‌شده از فرایندی است که دروندادها و بروندادها در واحدهای فیزیکی و پولی کمّی می‌شود (۸). مراکز کمّی در تولید سیب‌زمینی نوعاً حوزه‌هایی هستند که مواد در آن‌ها ذخیره می‌شوند و یا تغییر شکل می‌یابند. مرکز کمّی به‌عنوان پایه‌ای برای فعالیت‌های جمع‌آوری داده‌ها تحت روش هزینه‌یابی جریان مواد عمل می‌کند. در ابتدا، جریان‌های مواد و کاربری انرژی در مراکز کمّی تعیین مقدار می‌شود. سپس هزینه‌های مواد، هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سیستم و هزینه‌های مدیریت پسماند تعیین مقدار می‌شوند (۲۱ و ۲۲).

ب. موازنه جرم و انرژی[2]

انرژی و ماده‌ای که وارد مرکز کمّی می‌شوند درنهایت یا به شکل محصول (عملکرد مثبت) یا هدر رفت ماده و انرژی (عملکرد منفی) آنجا را ترک می‌کنند. ازآنجایی‌که ماده و انرژی نه ایجاد می‌شود نه از بین می‌رود، فقط تغییر شکل می‌یابند، دروندادهای فیزیکی که وارد سیستم می‌شوند، بایستی با لحاظ کردن هر تغییرات موجودی درون سیستم، برابر با بروندادهای فیزیکی آن باشند (۸). به‌این‌ترتیب، به‌منظور حصول اطمینان از این‌که همه مواد در هزینه‌یابی جریان مواد و انرژی لحاظ شده‌اند، موازنه جرم بایستی اجرا شود، کمّیت‌های دروندادهای ماده با بروندادها (برای مثال، محصولات و هدررفته‌ای ماده) و تغییرات در موجودی مقایسه شود تا مواد پرت شده یا سایر شکاف‌های داده‌ای شناسایی شود. هم کمّی‌سازی جریان‌های ماده و هم تضمین توازن بین دروندادها و بروندادهای ماده (برای مثال، هدر رفت‌های محصول و نهاده‌ها) از الزامات اساسی برای هزینه‌یابی جریان مواد هستند.

ج. محاسبه هزینه و انرژی

تصمیم‌گیری برای تولید محصولات زراعی مستلزم ملاحظات مالی است. ازاین‌رو، برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌ها داده‌های جریان مواد بایستی به واحدهای پولی تبدیل شود. برای رسیدن به این مهم، همه هزینه‌های ایجادشده به‌وسیله جریان‌های مواد و یا همراه باآنکه وارد مرکز کمّی می‌شوند و آنجا را ترک می‌گویند، بایستی کمّی و به جریان‌های مواد مذکور تخصیص داده شود (۸). در هزینه‌یابی جریان مواد سه نوع هزینه کمّی می‌شود: هزینه‌های ماده، هزینه‌های سیستم و هزینه‌های مدیریت پسماند. بر اساس استاندارد ایزو ۱۴۰۵۱، مجموع ورودی انرژی/مواد، مقدار محصولات مثبت[3] و منفی[4] را بر اساس $M_{pi,wi(in)}$، $M_{pi(in)}$ و $M_{wi(in)}$ به ترتیب بر اساس معادله (۲) محاسبه شد (۲۵).

$$\sum M_{pi.wi(in)} = \sum_{i=1}^{p} M_{pi(in)} + \sum_{i=1}^{w} M_{wi(in)} \tag{۲}$$

سهم انرژی و مواد در هر مرکز کمّی با استفاده از معادله (۳) محاسبه شد.

$$Cost_i^{SP} = Cost_i^{M} + Cost_i^{ENGY} + Cost_i^{SYS} \tag{۳}$$

در معادله فوق:

$Cost_i^{SP}$: کل هزینه/انرژی تولید سیب‌زمینی در فرایند i است،

$Cost_i^{M}$: هزینه/انرژی ماده m که در فرایند i موردنیاز است.

$Cost_i^{M}$ بر اساس معادله (۴) محاسبه می‌شود:

$$Cost_i^{MAT} = \sum_{m=1}^{M} Cost_{i.m} M_{i.m} \tag{۴}$$

در معادله فوق: $Cost_{i,m}$: واحد هزینه/انرژی ماده m، $M_{i,m}$: مقدار موردنیاز از ماده m در فرایند i است.

به‌طور مشابه $Cost_i^{ENGY}$ با استفاده از معادله (۵) محاسبه می‌شود:

$$Cost_i^{ENGY} = \sum_{e=1}^{E} Cost_{i.e} E_{i.e} \tag{۵}$$

در معادله فوق: $Cost_{i,e}$: واحد هزینه انرژی نوع e، و $E_{i,e}$: مقدار انرژی نوع e که در فرایند i نیاز است.

هزینه نیروی انسانی که با $Cost_i^{SYM}$ نشان داده می‌شود با استفاده از معادله (۶) محاسبه می‌شود:

$$Cost_i^{SYS} = \sum_{l=1}^{L} Cost_{i.l} L_{i.l} \tag{۶}$$

پس از تعیین معادل انرژی برای نهاده‌های مورد استفاده در تولید سیب‌زمینی، به‌منظور سنجش جریان انرژی، شاخص‌های مهم کارایی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی مخصوص و انرژی خالص بر اساس معادله‌های ۷ تا ۱۰ محاسبه شد. ازآنجاکه اطلاعاتی در خصوص مدیریت پسماند در مزارع در دسترس نبود، فرض بر این شد که تمامی بقایای گیاهی به مزرعه برگردانده می‌شود.

$$Energy\ use\ efficiency = \frac{energy\ output\ (MJ\ ha^{-1})}{energy\ input\ (MJ\ ha^{-1})} \tag{۷}$$

1- Quantity center
2- Material balance
3- Positive product
4- Negative product

$$Energy\ productivity = \frac{potato\ output\ (kg\ ha^{-1})}{energy\ input\ (MJ\ ha^{-1})} \quad (۸)$$

$$Spesific\ energy = \frac{energy\ input\ (MJ\ ha^{-1})}{potato\ output\ (kg\ ha^{-1})} \quad (۹)$$

$$Net\ energy = Energy\ output(MJ\ ha^{-1}) - Energy\ input\ (MJ\ ha^{-1}) \quad (۱۰)$$

شاخص‌های اقتصادی ارزش ناخالص تولید، درآمد ناخالص و نسبت سود به هزینه از معادله‌های ۱۱ تا ۱۳ به دست آمد:

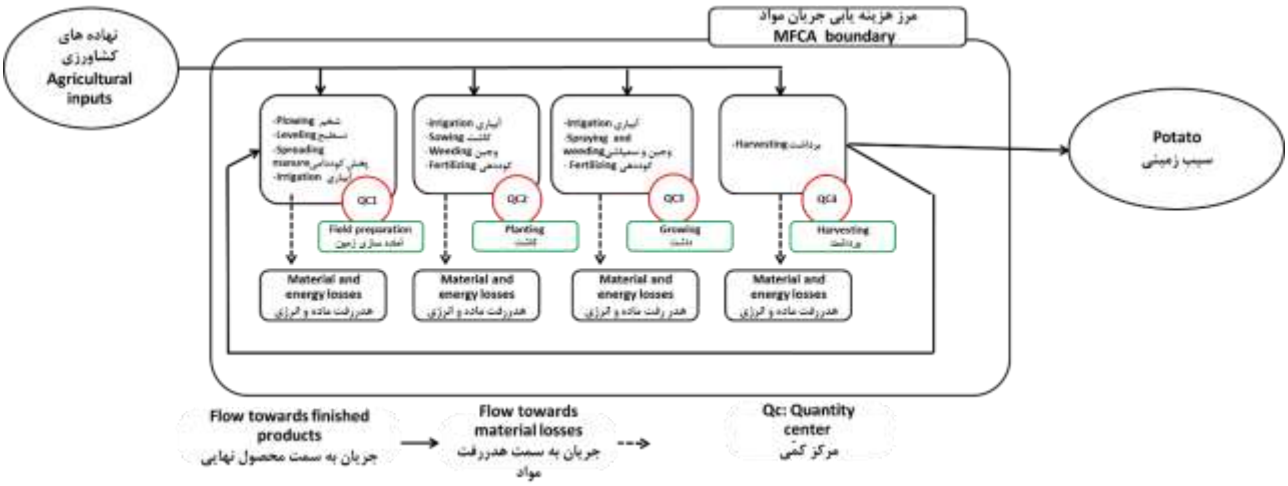
(۱۱) ارزش ناخالص تولید = عملکرد محصول زراعی (کیلوگرم در هکتار) × قیمت محصول (ریال در هکتار)

(۱۲) درآمد ناخالص = ارزش ناخالص تولید (ریال در هکتار)- هزینه متغیر تولید (ریال در هکتار)

(۱۳) نسبت سود به هزینه= ارزش ناخالص تولید (ریال در هکتار)/هزینه متغیر تولید (ریال در هکتار)

د. مدل جریان مواد

در هزینه‌یابی جریان مواد، لازم است که مدل جریان مواد تعیین شود تا اتفاقاتی که برای انرژی و مواد ورودی به هر مرکز کمّی مشخص شود. همچنین مدل جریان مواد، جریان مواد را درون مرزهای انتخابی برای تجزیه‌وتحلیل‌های هزینه‌یابی جریان مواد نشان می‌دهد. در شکل ۲ مدل هزینه‌یابی جریان مواد به همراه مراکز کمّی برای تولید گیاه زراعی سیب‌زمینی نشان داده شده است.

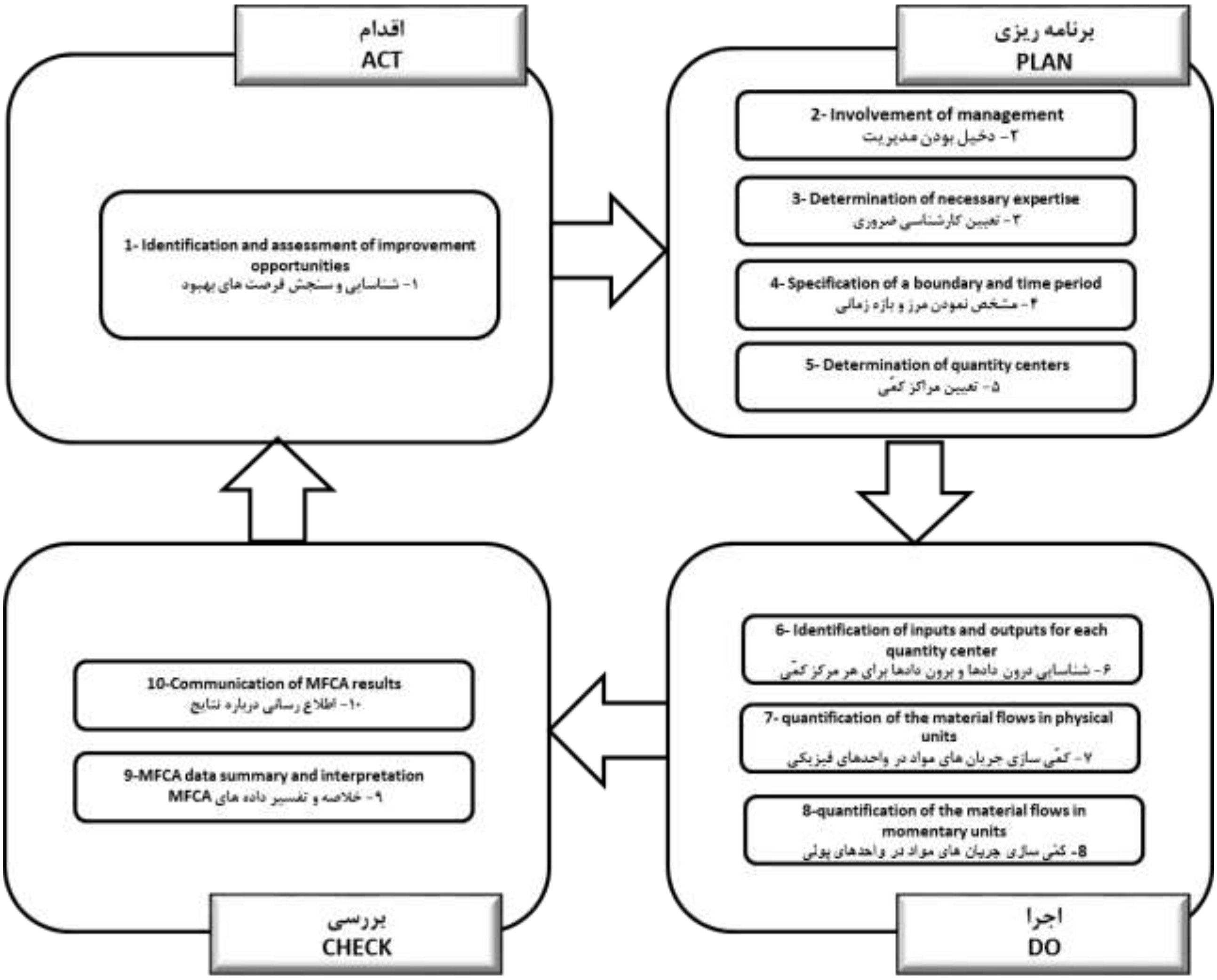


شکل ۲- مدل هزینه‌یابی جریان مواد و مرز سیستم تولید سیب‌زمینی

Figure 2- Material flow model for potato production within the MFCA boundary (Dekamin and Barmaki, 2019)

مراحل اجرای هزینه‌یابی جریان مواد

هزینه‌یابی جریان مواد به‌مانند هر ابزار مدیریتی دیگر، نیازمند شماری از مراحل اجرا است. به‌طورکلی مراحل اجرای هزینه‌یابی جریان مواد مطابق چرخه برنامه ریزی-اجرا-بررسی- اقدام است (۲۳) که در شکل ۳ نشان داده شده است. در بحث دخیل بودن مدیریت، در سطح مدیریتی بایستی ارزش و عملی بودن هزینه‌یابی جریان مواد در دستیابی به اهداف مالی و محیطزیستی کشاورزی درک شود. اجرای موثر هزینه‌یابی جریان مواد نیازمند حمایت جدی مدیریت مزرعه و تصمیم‌گیران است. در این بخش رهبری اجرا، تعیین نقش‌ها و مسئولیت ها، تامین منابع، پایش پیشرفت، بازنگری نتایج و تصمیم‌گیری درباره اقدامات بهبود مبتنی بر نتایج هزینه‌یابی جریان مواد در دستور کار قرار دارد. همچنین هزینه‌یابی جریان مواد نیازمند انواع متعددی از کارشناسی است تا انواع گوناگون اطلاعات مورد نیاز را برای تحلیل فراهم کند. بایستی پیش از تحلیل هزینه‌یابی جریان مواد، مرز آن مشخص شود. مرز می تواند فرایند واحد، فرایندهای متعدد، تسهیلات کامل، یا زنجیره تأمین را بنا به صلاحدید سازمان در برگیرد. با این حال، توصیه شده است که در ابتدا بر فرایند(های) با پیامدهای محیطزیستی و اقتصادی بالقوه مهم و معنی‌دار، تمرکز شود.



شکل ۳- چرخه برنامه‌ریزی-اجرا-بررسی- اقدام برای اجرای هزینه‌یابی جریان مواد در تولید سیب‌زمینی (۲۳)
Figure 3- PDCA cycle for MFCA implementation in potato production (23)

بایستی پیش از اجرای هزینه‌یابی جریان مواد، مرز آن مشخص شود. مرز می‌تواند فرایند واحد و یا فرایندهای متعدد تولید یک محصول زارعی را در برگیرد (شکل ۲). بعد از مشخص نمود مرز، بایستی بازه زمانی برای جمع‌آوری داده‌های هزینه‌یابی جریان مواد مشخص شود. پس از مشخص نمودن مرز، بازه زمانی برای جمع‌آوری داده‌های هزینه‌یابی جریان مواد بایستی مشخص شود. در تولید محصولات زراعی بازه زمانی از زمان آماده‌سازی بستر برای کاشت تا زمان آماده‌سازی زمین برای کاشت محصول زراعی دیگر در نظر گرفته می‌شود. داده‌ها در طی سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ جمع‌آوری شد.

برای هر مرکز کمّی درون مرز هزینه‌یابی جریان مواد، درون‌دادها و بروندادها بایستی شناسایی شود. درون‌دادها انرژی و مواد هستند. برون‌دادها در تولید محصول زراعی به دودسته مثبت و منفی تقسیم‌بندی می‌شوند. برون داد مثبت همان محصول تولیدی است که برای کشاورز ارزش اقتصادی دارد و برون داد منفی شامل هدر رفت محصول (مثلاً در حین برداشت و حمل‌ونقل)، هدر رفت نهاده‌های کشاورزی (مثل هدر رفت آب آبیاری و کود شیمیایی) و هدر رفت انرژی (مثلاً تنظیم نبودن موتور تراکتور) است.

برای هر مرکز کمّی، هزینه‌های مواد برای درون‌دادها و برون دادها (برای مثال، محصولات و هدررفت های ماده)، بایستی تعیین مقدار شود. هزینه‌های مواد می تواند با استفاده از روش‌های مختلف، برای مثال، هزینه تمام شده واقعی، هزینه استاندارد، هزینه جایگزینی تعیین مقدار شود. هزینه‌های مواد برای هر جریان درونداد و برونداد به وسیله ضرب مقدار فیزیکی جریان مواد در هزینه واحد مواد، طی بازه زمانی انتخاب شده برای تحلیل، تعیین مقدار می‌شود. هنگام تعیین مقدار هزینه‌های مواد برای برون‌دادها (برای مثال: محصولات و هدررفت‌های ماده) هزینه‌های مواد همراه با هر تغییر در موجودی مواد

درون مرکز کمّی نیز بایستی تعیین مقدار شود.

برای هر مرکز کمّی هزینه‌های کاربری انرژی بایستی تعیین مقدار شود. در تولید محصولات کشاورزی که هزینه‌های انرژی برای مراکز کمّی مجزا معلوم نیست و یا اندازه گیری و یا تخمین آنها مشکل باشد (به عنوان مثال انرژی خورشید که در فرایند فتوسنتز استفاده می‌شود)، ضروری است که هزینه‌های کل انرژی فرایندهای انتخاب شده به مراکز کمّی اختصاص یابد. متعاقباً، هزینه‌های انرژی برای هر مرکز کمّی بایستی برای محصولات و هدررفت‌های ماده تخصیص داده شود.

هزینه‌های سیستم همه مخارج متحمل شده در جریان اداره داخلی جریان مواد، به جز هزینه‌های ماده، هزینه‌های انرژی و هزینه-های مدیریت پسماند می‌باشد. هزینه‌های سیستم، هزینه‌هایی از قبیل نیروی کار، استهلاک، نگهداری و حمل و نقل را شامل می‌شود. هزینه‌های سیستم هرماه با هر مرکز کمّی بایستی تعیین مقدار شود. در تولید محصولات کشاورزی از آنجا که هزینه‌های سیستم برای مراکز کمّی مجزا معلوم نیست و اندازه‌گیری و تخمین آن دشوار است، در این مورد هزینه‌های کل سیستم فرایندهای انتخاب شده به مراکز کمّی تخصص داده شد. هزینه‌های مدیریت پسماند مربوط به هر مرکز کمّی، می‌بایست تعیین مقدار شود. از آنجا که هدررفت‌ها در مراکز کمّی کشاورزی مشخص نیست (به عنوان مثال، انتشار آمونیاک و یا آبشویی نیتروژن ممکن است در طول فصل زراعی و یا بعد از آن ادامه داشته باشد)، به همین خاطر هزینه‌های کل مدیریت پسماند و انتشار به کل مراکز کمّی تخصیص داده شد. در این مطالعه کاه و کلش به جای مانده از محصول پس از برداشت از آنجا که جزئی از سیستم است و سیستم را ترک نمی‌کند، در محاسبات لحاظ نشد.

داده‌های به دست آمده طی تجزیه و تحلیل‌های هزینه‌یابی جریان مواد در قالبی (برای مثال ماتریس هزینه جریان مواد و انرژی و یا دیاگرام هزینه جریان مواد) خلاصه شود که برای تفسیر بیشتر مناسب‌تر است. به طور کلی بازنگری و تفسیر داده‌های خلاصه شده به کشاورز اجازه خواهد داد تا مراکز کمّی با هدررفت‌های مواد و انرژی را شناسایی کند که از نظر محیط‌زیستی یا مالی معنی‌دار هستند. این مراکز کمّی می‌توانند با جزئیات بیشتری تحلیل شوند تا علل ریشه‌ای هدررفت‌های مواد و عوامل مرتبط که هزینه‌ها را ایجاد می‌کنند، شناسایی شود.

هنگامی که تحلیل هزینه‌یابی جریان مواد کامل می‌شود، نتایج بایستی به اطلاع تصمیم‌گیران ذی‌ربط برسد. کشاورزان می‌توانند از اطلاعات به دست آمده در تصمیم‌گیری و هدف‌گذاری در بهبود عملکرد محیط‌زیستی و مالی به کار گیرند. بعد از کسب نتایج هزینه-یابی جریان مواد، برای درک بهتر دامنه، تبعات، و محرک‌های کاربری مواد و هدررفت‌ها، کشاورزان و تصمیم‌گیران امر می‌توانند فرایند تولید محصولات کشاورزی را بازنگری کرده و در جستجوی فرصت‌های بهبود عملکرد محیطزیستی و مالی برآیند. اقدامات به عمل آمده برای دستیابی به این بهبودها می‌تواند دربرگیرنده جانشینی مواد، تغییرفرایندها، خطوط تولید یا محصولات و فعالیت‌های تحقیق و توسعه مرتبط با کارایی ماده و انرژی باشد. داده‌هایی که از هزینه‌یابی جریان مواد به دست می‌آیند می‌توانند به عنوان پشتیبان تصمیم در تجزیه و تحلیل هزینه–فایده اقدامات پیشنهادی (موارد نیازمند سرمایه‌گذاری اضافی و موارد نیازمند سرمایه‌گذاری کم یا بدون سرمایه‌گذاری) باشند.

نتایج و بحث

تحلیل شاخص‌های انرژی حسابداری رایج و هزینه‌یابی جریان مواد

محتوای انرژی موجود در نهاده‌های کشاورزی مورداستفاده ورودی برای تولید سیب‌زمینی در شرایط استان همدان و همچنین خروجی‌های مرتبط با آن با استفاده از معادل انرژی آن‌ها در جدول ۱ نشان داده‌شده است. شاخص‌های انرژی برای آن‌ها محاسبه شد.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که متوسط انرژی مصرفی برای تولید سیب‌زمینی در شرایط همدان ۴۷۱۹۴/۶ مگاژول در هکتار بود. در این مزارع بیشترین سهم انرژی مربوط به سوخت (۱۹٪) و کود نیتروژن (۱۸٪) بود. در این مطالعه عملکرد متوسط سیب‌زمینی ۴۱ تن در هکتار محاسبه شد. در مطالعه بررسی کارایی انرژی در تولید سیب زمینی در شهرستان بهار همدان، میزان انرژی ورودی ۶۹۲۴۹ مگاژول در هکتار محاسبه شد. کود شیمیایی شیمیایی در این مطالعه بالاترین سهم را با ۳۸/۷۸ درصد به خود اختصاص داده بود (۲۹). در مطالعه ارزیابی شاخص‌های انرژی و پتانسیل گرمایش جهانی در تولید سیب زمینی در استان گلستان، میزان انرژی ورودی و خروجی به ترتیب ۳۰/۸ و ۷۹/۲ گیگاژول در هکتار محاسبه شد و بیشترین سهم انرژی ورودی مستقیم در مزارع مربوط به سوخت و در بخش انرژی غیر مستقیم مربوط به کود نیتروژن به دست آمده است (۳۰). همچنین میزان انرژی ورودی در مزارع سیب زمینی دشت دهگلان استان کردستان بر اساس مزارع تجاری و سنتی به ترتیب ۹۳/۳ و ۴/۴ گیگاژول در هکتار و انرژی خروجی برای آنها به ترتیب ۱۲/۸ و ۶۴/۴ گیگاژول در هکتار برآورد شده است (۳۱). در مطالعه مصرف انرژی و تحلیل اقتصادی تولید سیب زمینی در اردبیل، انرژی ورودی ۸۱۶۲۴ مگاژول در هکتار با عملکرد ۲۸/۴۵ تن در هکتار برآورد و در حدود ۴۰ درصد از این انرژی به کودهای شیمیایی و ۲۰ درصد به سوخت اختصاص داشته است (۲۵). در ارزیابی مصرف انرژی تولید سیب زمینی در استان اصفهان، میزان انرژی ورودی ۴۷ گیگاژول در هکتار محاسبه، و بیشترین سهم انرژی ورودی مربوط به کود نیتروژن ۴۰ درصد گزارش شده است (۱۰).

جدول ۱- معادل‌های انرژی برای ورودی‌ها/خروجی‌های مختلف در تولید سیب‌زمینی (کیلوگرم در هکتار)

Table 1- Energy equivalents for different inputs/outputs in potato production (kg ha^{-1})

جریان ورودی و خروجی Input and output flow	واحد Unit	انرژی هر واحد Energy coefficients (MJ unit^{-1})	تولید سیب‌زمینی Potato production	معادل انرژی سیب‌زمینی potato production Energy (MJ ha^{-1})
سوخت Diesel fuel	l	47.8	218	10420.4
نیروی کارگری Human labor	h	1.95	798	10187.1
ماشین‌آلات Machinery	h	62.7	32.5	1463 .8
نیتروژن Nitrogen (N)	kg	75.46	135	970
فسفات Phosphate (P2O5)	kg	13.07	112	499.8
پتاس Potassium (K2O)	kg	11.15	87	354.2
علف‌کش Herbicide	kg	238	2.1	626.4
آفت‌کش Insecticide	kg	101.2	3.5	2629.5
قارچ‌کش Fungicide	kg	216	2.9	9216
کود دامی (جامد) Manure	kg	0.3	8765	9504.3
برق Electricity	kWh	3.6	2560	9705.6
آب آبیاری Irrigation water	m3	1.02	9318	10420.4
بذر (غده) Seed (tuber)	kg/ha	3.6	2696	10187.1
جمع انرژی‌های ورودی Total input				55729.8
خروجی‌های منفی Negative output				
هدر رفت غده Yield losses	kg/ha	3.6	3760	13536
بذر Seed	kg/ha	3.6	430	1548
آب آبیاری Irrigation water	m3	1.02	4099.92	4181.9
نیتروژن Nitrogen (N)	kg/ha	75.46	38.307	2890.6
فسفات Phosphate (P_2O5)	kg/ha	13.07	38.103	498
پتاس Potassium (K_2O)	kg/ha	11.15	31.986	356.6
علف‌کش Herbicide	kg	238	1.6	380.8
آفت‌کش Insecticide	kg	101.2	0.37	37.4
قارچ‌کش Fungicide	kg	216	2.1	453.6
جمع انرژی‌های خروجی منفی Total negative output				23883
خروجی‌های مثبت Positive output				
عملکرد Yield	kg	3.6	41000	147600

در مطالعه دیگری در استان همدان، میزان انرژی ورودی برای تولید سیب زمینی، ۱۵۰۳۰۷۱ تا ۱۵۷۱۵۱ مگاژول در هکتار محاسبه شده است (۲۳). در مطالعه دیگری که در همدان برای تولید سیب زمینی انجام شده است، انرژی ورودی برای تولید ۲۸۶۱۳ کیلوگرم سیب زمینی در هکتار برابر با ۹۲۲۹۶ مگاژول در هکتار محاسبه شده است (۲۸). نوسان موجود در مقادیر گزارش شده، ناشی از تفاوت در عملیات زراعی و مدیریتی و همچنین میزان عملکرد غذه در واحد سطح مناطق مورد بررسی می‌باشد.

کارایی مصرف انرژی در مزارع با استفاده از حسابداری رایج برابر ۲/۶۵ محاسبه شد، درحالی‌که با استفاده حسابداری هزینه‌یابی جریان مواد این شاخص برابر با ۲/۲۲ محاسبه شد. بالا بودن کارایی مصرف انرژی در حسابداری رایج به علت عدم در نظر گرفتن تولیدهای منفی است که در نظام تولید سیب‌زمینی در استان همدان اتفاق می‌افتد و در محاسبه کارایی مصرف انرژی لحاظ نمی‌شود. در حالت حسابداری انرژی بر اساس هزینه‌یابی جریان مواد، علاوه بر انرژی خروجی به‌صورت عملکرد (انرژی مثبت)، مزرعه دارای هدر رفت دیگری است (انرژی منفی) که باید در محاسبه نسبت‌های انرژی لحاظ شود. در مطالعه بررسی کارایی انرژی تولید سیب زمینی در استان گلستان، مقدار کارایی مصرف انرژی ۲/۱۳ و بهره‌وری انرژی در این مطالعه ۰/۵۹ کیلوگرم بر مگاژول محاسبه شده است (۳۰). بهره‌وری انرژی در این مزارع ۰/۳۵ گزارش شده است. کارایی مصرف انرژی برای تولید سیب زمینی در اصفهان ۱/۷۱ محاسبه شده است (۱۰).

بهره‌وری انرژی و انرژی مخصوص در دو رویکرد حسابداری یکسان بود که دلیل آن عدم دخالت انرژی‌های خروجی در محاسبه آن‌ها است. ولی انرژی خالص در حسابداری رایج با حسابداری بر اساس هزینه‌یابی جریان مواد تفاوت ۲۳۸۸۳ مگاژولی است. به این معنی که این مقدار انرژی در حسابداری‌ها نشان داده نمی‌شود و کشاورز از ارزش آن بی‌خبر است. مقدار شاخص انرژی مخصوص در مزارع دشت دهگلان کردستان برای نظام های تجاری و سنتی به ترتیب ۲/۶ و ۲/۵ مگاژول بر کیلوگرم برآورد شده است (۳۱). در مطالعه کارایی انرژی تولید سیب زمینی در استان گلستان، مقدار شاخص انرژی مخصوص ۱/۷ مگاژول بر کیلوگرم و انرژی خالص ۴۲۰۴۵ مگاژول در هکتار محاسبه شده است (۳۰). انرژی خالص در تولید سیب زمینی اردبیل برابر با ۲۰۸۰۸ مگاژول در هکتار گزارش شده است (۲۵). انرژی مخصوص و بهره‌وری انرژی در تولید سیب‌زمینی اصفهان به ترتیب ۲/۱۲ مگاژول بر کیلوگرم و ۰/۴۷ مگاژول بر کیلوگرم گزارش شده است. بهره‌وری انرژی و افزوده خالص انرژی برای سیب زمینی کاران همدانی به ترتیب ۰/۶۷۱ کیلوگرم بر مگاژول و ۸۴۷۵۱ مگاژول بر هکتار برآورد شده است (۲۹). شاخص انرژی مخصوص و بهره‌وری انرژی برای تولید سیب‌زمینی در همدان در مطالعه دیگری به ترتیب ۳/۲ مگاژول بر کیلوگرم و ۰/۳ کیلوگرم بر مگاژول محاسبه شده است (۲۸).

جدول ۲- نسبت‌های انرژی در تولید سیب‌زمینی بر اساس هزینه‌یابی جریان مواد و حسابداری رایج

Table 2- Conventional and MFCA Energy ratios in potato production.

Energy indices	هزینه‌یابی جریان مواد MFCA	حسابداری رایج Conventional
انرژی ورودی Input energy	55729.85	55729.85
انرژی خروجی Output energy	171483.06	147600 .00
انرژی مثبت Positive energy	147600	147600
انرژی منفی Negative energy	23883.06	0
کارایی مصرف انرژی Energy use efficiency	2.22	2.65
بهره‌وری انرژی Energy productivity	0.74	0.74
انرژی مخصوص Specific energy	1.36	1.36
انرژی خالص Net energy	67987.09	91870

جدول ۳- هزینه مواد مصرفی در فرایند تولید کشاورزی شامل محصولات مثبت و منفی در تولید سیب‌زمینی

Table 3- Material costs for agricultural process including positive and negatives products in potato production

جریان ورود ماده و انرژی در تولید سیب‌زمینی Input and output flow	واحد Unit	مقدار در واحد سطح سیب‌زمینی Potato production (ha)	هزینه هر واحد Cost (Rials unit^{-1})	معادل هزینه سیب‌زمینی Potato production cost (Rials ha^{1})
سوخت Diesel fuel	l	218	3000	654000
نیروی کارگری Human labor	h	798	100000	79800000
ماشین‌آلات Machinery	kg	32.5	200000	6500000
نیتروژن Nitrogen (N)	kg	135	7700	1039500
فسفات Phosphate (P_2O_5)	kg	112	11000	1232000
پتاس Potassium (K_2O)	kg	87	15000	1305000
علف‌کش Herbicide	kg	2.1	250000	525000
آفت‌کش Insecticide	kg	3.5	250000	875000
قارچ‌کش Fungicide	kg	2.9	250000	725000
کود دامی (جامد) Manure	kg	8765	7000	61355000
برق Electricity	kWh	2560	614	1571840
آب آبیاری Irrigation water	m^3	9318	15000	139770000
بذر (غده) Seed (tuber)	kg/ha	2696	55000	148280000
جمع ورودی Total input				443,632,340
خروجی های منفی Negative output				
هدررفت غده Yield losses	kg/ha	3760	43000	161680000
بذر Seed	kg/ha	430	55000	23650000
آب آبیاری Irrigation water	m^3	4099.92	15000	61498800
نیتروژن Nitrogen (N)	kg/ha	38.307	7700	294963.9
فسفات Phosphate (P_2O_5)	kg/ha	38.103	11000	419133
پتاس Potassium (K_2O)	kg/ha	31.986	15000	479790
علف کش Herbicide	kg	1.6	250000	400000
آفت کش Insecticide	kg	0.37	250000	92500
قارچ کش Fungicide	kg	2.1	250000	525000
جمع هزینه های خروجی منفی Total negative output				249040186.9
خروجی های مثبت Positive output				
عملکرد Yield	kg	41000	43000	1763000000

تحلیل شاخص‌های اقتصادی حسابداری رایج و هزینه‌یابی جریان مواد

هزینه مواد مصرفی در فرایند تولید کشاورزی شامل محصولات مثبت و منفی (جدول ۳) و همچنین شاخص‌های اقتصادی در تولید سیب‌زمینی در استان همدان (جدول ۴) نشان داده‌شده است.

ارزش کل تولید سیب‌زمینی بر اساس حسابداری رایج برابر با ۱۷۶۳میلیون ریال در هکتار محاسبه شد، درحالی‌که این عدد در هزینه‌یابی جریان مواد برابر با ۲۰۱۲ میلیون ریال در هکتار محاسبه شد. بالاتر بودن ارزش کل تولید در حسابداری بر اساس هزینه‌یابی جریان مواد به دلیل در نظر گرفتن ارزش تولیدات منفی است که در فرایند تولید سیب‌زمینی در استان همدان حاصل می‌شود. به‌طوری‌که سیب‌زمینی‌کاران همدانی می‌توانند با اقدامات مدیریتی تفاوت درآمدی تا سقف ۲۴۹ میلیون ریال داشته باشند. در صورت کاهش تولیدات منفی نسبت هزینه به فایده در فرایند تولید افزایشی ۰/۵۷ خواهد داشت. در تجزیه و تحلیل هزینه در تولید سیب زمینی اصفهان، نسبت سود به هزینه ۱/۸۸ برآورد کردند. در تحلیل اقتصادی تولید سیب‌زمینی در استان همدان نسبت سود به هزینه برابر ۳/۸۱ گزارش شده است (۲۹). در مطالعه دیگری در استان اصفهان نسبت سود به هزینه ۲/۲ برآورد شده است. در تجزیه و تحلیل اقتصادی تولید سیب‌زمینی در استان اردبیل، نتایج نشان داد که برای تولید سیب‌زمینی در هر هکتار ۳۲۶۷ دلار هزینه شد که نسبت سود به هزینه آن ۱/۸۸ برآورد شد (۲۵). نسبت سود به هزینه تولید سیب زمینی در استان همدان در مطالعه دیگری ۱/۰۹ برآورد شده است (۲۳).

جدول ۴- تحلیل اقتصادی تولید سیب‌زمینی

Table 4- Economic analysis of potato production

اجزای هزینه و درآمد Cost and return components	واحد Unit	هزینه‌یابی جریان مواد MFCA	حسابداری رایج Conventional
ارزش کل تولید Gross value of production	Rials / ha^{-1}	2012040187	1763000000
تولید مثبت Positive	Rials / ha^{-1}	1763000000	1763000000
تولید منفی Negative	Rials / ha^{-1}	249040186	0
درآمد ناخالص Gross return	Rials / ha^{-1}	1568407847	1319367660
نسبت هزینه /فایده Cost benefit ratio	-	4.54	3.97

نتیجه‌گیری

در این پژوهش شاخص‌های اقتصادی و کارایی انرژی تولید سیب‌زمینی در استان همدان با استفاده از هزینه‌یابی جریان مواد و انرژی مورد سنجش قرار گرفت. از آنجا که کشاورزی به عنوان یکی از منابع تولید انرژی برای انسان‌ها شناخته می‌شود، اما لازم است که این بخش خود از نظر هدر رفت انرژی بهینه‌سازی شود. برخی از این هدررفت‌های انرژی خود منبع آلودگی و کاهش درآمد کشاورز هستند. تولید سیب‌زمینی در استان همدان عمدتاً توسط جامعه روستایی انجام می‌شود و این بخش نقش تعیین کننده‌ای در کاهش انتشارهای محیطزیستی ایفا خواهند کرد. با افزایش درآمد کشاورزان و در عین حال کاهش انتشارهای محیطزیستی می‌توان انتظار دستیابی به پایداری تولید را داشت. به منظور دستیابی به این مهم لازم است که اقدام به تغییر در عملیات‌های کشاورزی رایج مرتبط با استفاده از زمین و صرفه‌جویی در مصرف آب کرد. با استفاده از اقدامات مدیریتی ازجمله به‌روزرسانی ماشین‌آلات کشاورزی در حین کاشت، داشت و برداشت در راستای کاهش سوخت مصرفی، کاهش عملیات تهیه بستر، کاهش هدررفت غده از طریق استفاده از ماشین آلات به روز و کارگران ماهر، انجام آزمون خاک و مصرف بهینه کود بر اساس توصیه‌های کودی می‌توان کارایی انرژی را با شرایط موجود افزایش داد. از آنجا که هزینه‌یابی جریان مواد و اصلاح فرایندها از نظر اقتصادی و انرژی یک فرایند چرخه‌ای است لازم است که اقدامات اصلاحی در مزارع مورد بررسی به مدت چند سال تکرار شوند و بر اساس آن پایداری تولید را رصد کرد.

به طور کلی، بازنگری و تفسیر داده‌های خلاصه شده به سازمان اجازه خواهد داد تا مراکز کمّی با هدررفت های مواد را شناسایی کند که از نظر انرژی و یا مالی معنی‌دار است. این مراکز می‌توانند با جزییات بیشتری تحلیل شوند تا علل ریشه‌ای هدررفت‌های مواد و عوامل مرتبط که هزینه‌ها را ایجاد می‌کنند، شناسایی شوند. به‌هرحال، رویکرد هزینه‌یابی جریان مواد نشان داد که تولید سیب‌زمینی در استان همدان دارای تولیدات منفی است که بار هزینه‌ای و انرژی زیادی را بر مزارع تحمیل می‌کند و با اقدامات اصلاحی می‌توان این هزینه‌ها را به درآمد کشاورز افزود. آنالیز انرژی و هزینه‌بر اساس MFCA به‌خصوص برای تولید سیب‌زمینی روش نسبتاً کارآمدی نشان داد. این روش از طریق ارزیابی جامع انرژی و هزینه به درک بهتر روابط میان اقتصاد و محیط‌زیست کمک می‌کند. با به‌کارگیری راهکارهای پیشنهادی می‌توان صرفه‌جویی هزینه‌ای قابل‌توجهی در جهت کاهش محصولات منفی داشت. چراکه MFCA هدر رفت ماده و هزینه را تشخیص می‌دهد و با به‌کارگیری آن، کشاورزان از هدر رفت معمول در مزرعه مطلع شده و از اینکه می‌توانند در مزرعه خود فرایندها را اصلاح کنند مطمئن شده و بر اساس یک ارزیابی منطقی کاهش هزینه‌های تولید اتفاق می‌افتد. نتیجه این اقدام کاهش اثرات محیط زیستی کشاورزی است. تا پیش‌ازاین به علت اینکه کشاورزان از ارزش اقتصادی انتشارهای حاصل از فرایند تولید مطلع نبودند، تلاشی در جهت کاهش انتشارهای کشاورزی انجام نمی‌دادند.

در این راستا می‌توان پیشنهادهای زیر را ارائه کرد:

اطلاع‌رسانی و آموزش حرفه‌ای کشاورزان از نظر پتانسیل افزایش کارایی تولید در مزارع تولید سیب‌زمینی

حمایت از پژوهش‌هایی که مدل‌های بهینه‌سازی استفاده از انرژی در مزارع سیب زمینی

سوق دادن مزارع جهت استفاده از سوخت‌های تجدیدپذیر

کاهش عملیات‌های مختلف به ویژه خاک‌ورزی (انجام بـه موقـع عملیات‌های زراعی، انجام سرویس‌های روزانه و تعمیـرات بـه موقـع، مدیریت صحیح و انتخاب تراکتور و ادوات مناسب).

منابع

1- Ahmadi K., Gholizadeh H., and Ebadzadeh H. 2016. Agricultural Statistics of 2014-2015 Crop Year. Ministry of Agriculture Jihad, Tehran. In Persian.
2- Banaeian N., Omid M., and Ahmadi H. 2011. Application of data envelopment analysis to evaluate efficiency of commercial greenhouse strawberry. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 3: 185-193.
3- Dagistan E., Demirtas B., and Yilmaz Y. 2009. Energy usage and benefit-cost analysis of cotton production in Turkey. African Journal of Agricultural Research 4: 599-604.
4- Dekamin M. 2020. A New Approach to Material and Energy Flow Accounting of Agricultural Systems: A Case Study of Canola in Ardabil Province. Iranian Journal of Biosystems Engineering, (Articles in Press).
5- Dekamin M., and Barmaki M. 2019. Implementation of material flow cost accounting (MFCA) in soybean production. Journal of Cleaner Production 210: 459-465.
6- Dekamin M., Barmaki M., Kanooni A., and Meshkini S.R.M. 2018. Cradle to farm gate life cycle assessment of oilseed crops production in Iran. Engineering in Agriculture, Environment and Food 11: 178-185.
7- Erdal G., Esengün K., Erdal H., and Gündüz O. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energy 32: 35-41.
8- ISO1451. 2011. Environmental management — Material flow cost accounting — General framework.
9- Mohammadi A., Tabatabaeefar A., Shahin S., Rafiee S., and Keyhani A. 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. Energy Conversion and Management 49: 3566-3570.
10- Pishgar-Komleh S., Ghahderijani M., and Sefeedpari P. 2012. Energy consumption and CO_2 emissions analysis of potato production based on different farm size levels in Iran. Journal of Cleaner Production 33: 183-191.
11- Pishgar-Komleh S.H., Akram A., Keyhani A., Sefeedpari P., Shine P., and Brandao M. 2020. Integration of life cycle assessment, artificial neural networks, and metaheuristic optimization algorithms for optimization of tomato-based cropping systems in Iran. The International Journal of Life Cycle Assessment, 25(3): 620-632.
12- Mousavi-Avval S.H., Rafiee S., Jafari A., and Mohammadi A. 2011. Energy flow modeling and sensitivity analysis of inputs for canola production in Iran. Journal of Cleaner Production 19(13): 1464-1470.
13- Mousavi-Avval S. H., Rafiee S., Sharifi M., Hosseinpour S., and Shah A. 2017. Combined application of Life Cycle Assessment and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System for modeling energy and environmental emissions of oilseed production. Renewable and Sustainable Energy Reviews 78: 807-820.
14- Silalertruksa T., and Gheewala S.H. 2013. A comparative LCA of rice straw utilization for fuels and fertilizer in Thailand. Bioresource Technology 150: 412-419.
15- Martinho V.J.P.D. 2020. Relationships between agricultural energy and farming indicators. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 132, p.110096.
16- Nabavi-Pelesaraei A., Rafiee S., Mohtasebi S.S., Hosseinzadeh-Bandbafha H., and Chau K.W. 2019. Comprehensive model of energy, environmental impacts and economic in rice milling factories by coupling adaptive neuro-fuzzy inference system and life cycle assessment. Journal of Cleaner Production 217: 742-756.
17- Fathollahi H., Mousavi-Avval S.H., Akram A., and Rafiee S. 2018. Comparative energy, economic and environmental analyses of forage production systems for dairy farming. Journal of Cleaner Production 182: 852-862.
18- Rajaeifar M.A., Akram A., Ghobadian B., Rafiee S., and Heidari M.D. 2014. Energy-economic life cycle assessment (LCA) and greenhouse gas emissions analysis of olive oil production in Iran. Energy 66: 139-149.
19- Yagi M., and Kokubu K. 2018. Corporate material flow management in Thailand: The way to material flow cost accounting. Journal of Cleaner Production 198: 763-775.
20- Razavi J.K.K. 2013. Iran Agriculture Statistics (Vol. 2). Ministry of Jihad-Keshavrzi, Iran.
21- Huang S.Y., Chiu A.A., Chao P.C., and Wang N. 2019. The Application of Material Flow Cost Accounting in Waste Reduction. Sustainability 11(5): 1270.
22- ISO14051 I.S.O. 2011. Environmental management-Material flow cost accounting-General framework. International Organization for Standardization, Geneva.
23- Zangeneh M., Omid M., and Akram A. 2010. A comparative study on energy use and cost analysis of potato

production under different farming technologies in Hamadan province of Iran. Energy 35(7): 2927-2933.
25- Mohammadi A., Tabatabaeefar A., Shahin S., Rafiee S., and Keyhani A. 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. Energy Conversion and Management 49(12): 3566-3570.
26- Khoshnevisan B., Rafiee S., Omid M., Mousazadeh H., and Rajaeifar M.A. 2014. Application of artificial neural networks for prediction of output energy and GHG emissions in potato production in Iran. Agricultural Systems 123: 120-127.
27- Hatirli S.A., Ozkan B., and Fert C. 2005. An econometric analysis of energy input–output in Turkish agriculture. Renewable and Sustainable Energy Reviews 9(6): 608-623.
28- Hamedani S.R., Shabani Z., and Rafiee S. 2011. Energy inputs and crop yield relationship in potato production in Hamadan province of Iran. Energy 36(5): 2367-2371.
29- Ghaderzadeh H., and Pirmohamadyani Z. 2019. Evaluation Efficiencies of Energy for Potato Production in Hamedan Province of Iran. Agricultural Economics Research 11(42): 167-202. (In Persian)
30- Feyzbakhsh M.T., Dorri M.A., and Rezvantalab N. 2019. Evaluation of energy indices and its impact on global warming potential for potato production: a case study, Golestan province. Journal of Agroecology 11(1): 53-68. (In Persian)
31- Hosseinpanahi F., and Kafi M. 2012. Evaluation of energy budget and productivity of potato (*Solanum tuberosum* L.) farm of Kurdistan province; case study: Dehgolan Plain. Journal of Agroecology 4(2): 159-169. (In Persian)
32- Dekamin M., and Barmaki M. 2018. Selecting the best environmental friendly oilseed crop by using Life Cycle Assessment, water footprint and analytic hierarchy process methods. Journal of Cleaner Production 198: 1239-1250.

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 35, No. 2, Summer 2021, p. 105-119

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۳۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص. ۱۱۹-۱۰۵

Potato Energy and Material Flow Cost Accounting in Hamadan Province, Iran

M. Dekamin[1]*

Received: 29-09-2020
Accepted: 10-04-2021

Introduction: In recent decades, due to increase in population and demand for agricultural products, creating new forms of energy in the agricultural sector and improper use of inputs due to lack of proper management, this economic sector has become an energy consuming sector. So far, various studies have been conducted to measure energy efficiency and cost in the agricultural sector. In most studies conducted in Iran, energy efficiency for the production of various crops has been calculated based on the final product besides material wastage has not been considered in terms of energy and cost. Material Flow Cost Accounting (MFCA) is an environmental management tool that can help farmers completely understand the financial and environmental consequences of using materials and energy and provide opportunities to achieve them, as well. Unlike most environmental management systems such as ISO 14001, which, despite their impact on reducing environmental damage, do not explicitly help increase farmers' incomes and even impose additional costs on farms, the implementation of the MFCA, by striking a balance between the environment and the economy, would have significant results in increasing energy and material productivity for many farms.

The main purpose of implementing MFCA in potato production is to quantify and identify the losses of agricultural inputs, which leads to effective management of residues and emissions in different stages of crop production. All output materials, including agricultural products and wastes in different stages of production, are calculated and measured in this method.

Materials and Methods: According to ISO 14051, the MFCA is a management tool that helps farmers recognize and reduce the potential environmental and financial consequences of product development. Likewise, this tool provides opportunities for achieving environmental and financial improvements through the transparency of processes. Accordingly, MFCA can provide important information at various stages of the cycle of Plan-Do-Check-Act (PDCA) (figure 1).

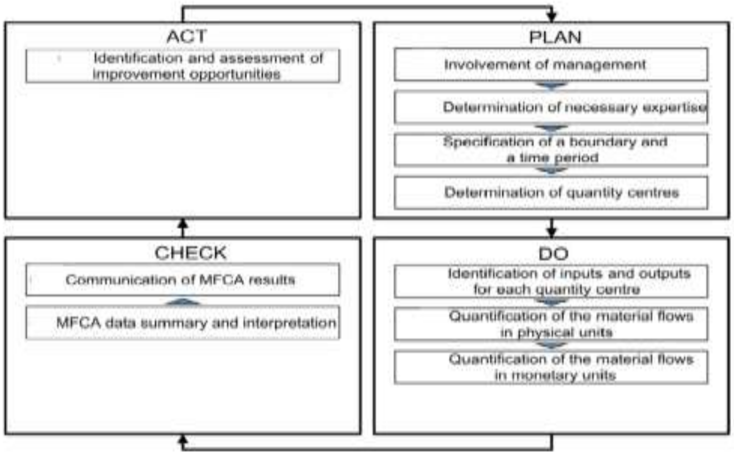


Fig. 1. PDCA cycle for MFCA implementation in soybean production (ISO, 2011).

The use of materials and energy in the agricultural sector is tracked and evaluated through the development of the material and energy flow model (in terms of physical units such as mass and volume) in the method of MFCA (figure 2). In this phase, the raw materials consumed, the energy used, costs, as well as the emissions to atmosphere, soil, and water are quantified. Within the system boundaries, the following assumptions and limitations are adopted:

System boundaries do not include: construction of factory buildings, vehicles, machines and equipment, etc.

1- Assistant Professor of Agroecology, Faculty of Plant Production and Genetic Engineering, University of Malayer, Malayer, Hamedan
(*- Corresponding Author Email: Dekamin@Malayeru.ac.ir)
DOI: 10.22067/JEAD.2021.17804.0

System boundaries do not include: transportation

Energy balance analysis is a method to identify and evaluate various energy flows that take part in the production system. This analysis determines how efficient the energy is used by establishing the relationship between energy inputs and energy output. This relationship estimates whether energy is lost, gained, or would remain the same.

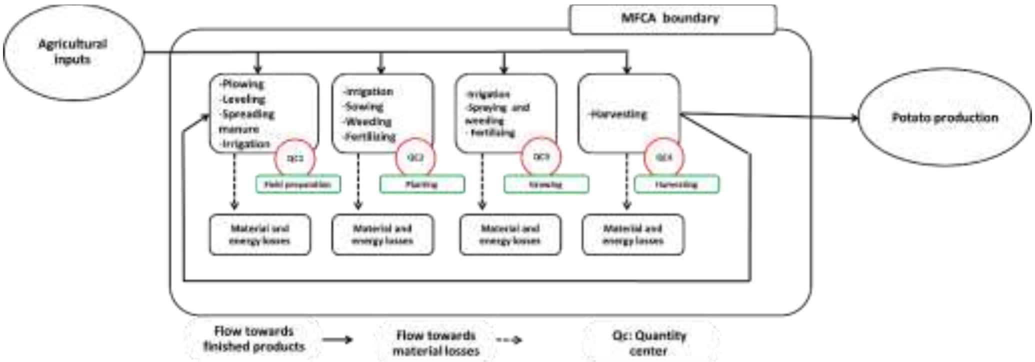


Figure (2): Material flow model for potato production within the MFCA boundary

Results and Discussion: According to the results, the highest amount of energy input comes from fossil fuels and nitrogen fertilizer. Based on the energy and economic indices calculated by the two accounting methods (i.e. conventional and material flow cost accounting), it was found that the total value of potato production based on conventional accounting is 7,195$ per hectare, while this figure is 8,212$ per hectare based on material flow cost accounting method. Energy efficiency in farms, applying conventional energy accounting, was calculated to be 2.65, while this index, using material flow cost accounting, was calculated to be 2.22. The difference between energy efficiency and cost-benefit ratio is attributed to the negative production value obtained in the potato production process in Hamadan province, Iran. Potato growers can increase their income up to 1,016$ per hectare through management measures. If the negative production is reduced, the cost-benefit ratio will increase by 0.57 in the production process.

Conclusion: Costing energy and energy flows through a comprehensive assessment of energy and costs helps to foster the relationship between the economy and the environment. Using the suggested solutions can save a significant amount of money on reducing negative products. MFCA recognizes the material and energy waste, and, farmers, by applying it, enhance their awareness of the usual losses in the field. Farmers, also, can improve processes on their farm and reduce production costs based on a rational assessment.

Keywords: ISO 14051, Energy efficiency, Energy accounting, Environmental management, Energy efficiency